

# الباب الثاني التحليل الكيميائي

## Chemical Analysis

## التحليل الكيميائي

يعتبر التحليل الكيميائي أحد فروع علم الكيمياء الهامة الذي ساهم بدور كبير في تقدم هذا العلم، كما لعب دوراً كبيراً في تطور المجالات العلمية المختلفة مثل الطب، والزراعة والصناعات الغذائية والبيئية ... وغيرها.  
**دور التحليل الكيميائي في تطوير المجالات العلمية المختلفة :**

① تسهيل مهمة الطبيب في تشخيص الأمراض والعلاج. مثل : تقدير نسب السكر والزلال والبولينا والكوليسترول ... وغيرها. ② تقدير كمية المكونات الفعالة في الدواء.	الطب
① تحسين خواص التربة - المحاصيل - من حيث الحموضة والقاعدية ونوع ونسبة العناصر الموجودة بها. ② معالجة التربة بإضافة الأسمدة المناسبة.	الزراعة
يستخدم التحليل الكيميائي للخامات والمنتجات في الصناعات لتحديد مدى مطابقتها للمواصفات القياسية.	الصناعة
① معرفة وقياس محتوى المياه والأغذية من الملوثات البيئية الضارة. ② معرفة نسب غازات أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وأكسيد النيتروجين في الجو.	الخدمة البيئية

لأن لديك عينة من مادة ما يراد تحليلها كيميائياً فيجب التعرف على نوع العناصر المكونة لها ونسبة كل عنصر وكيف تترابط هذه العناصر مع بعضها إلى أن تصل إلى الصيغة الجزيئية للمادة، أو لمجموعة المركبات المكونة للمادة إن كانت مخلوطاً.	ملحوظة :
---	----------

### أنواع التحليل الكيميائي :

التحليل الكمي	التحليل الكيفي (الوصفي أو النوعي)
<b>Quantitative Analysis</b> يهدف إلى تقدير نسبة كل مكون من المكونات الأساسية للمادة.	<b>Qualitative Analysis</b> يهدف إلى التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية (ملحاً بسيطاً) أو مخلوطاً من عدة مواد.

لا بد من إجراء عمليات التحليل الكيفي أولاً قبل التحليل الكمي ... علماً  
 للتعرف على مكونات المادة حتى يمكن اختيار أنساب الطرق لتحليلها كميأ.

### Qualitative Analysis

### أولاً : التحليل الوصفي (الكيفي أو النوعي)

الهدف منه :

- التعرف على مكونات المادة سواء كانت مادة نقية (ملحاً بسيطاً) أو مخلوطاً من عدة مواد، فإذا كانت المادة :
- نقيّة** : يمكن التعرف عليها من ثوابتها الفيزيائية مثل : درجة الانصهار ودرجة الغليان والكتلة المولية .. الخ
  - مخلوطاً** : يجب أولاً إجراء فصل المواد النقيّة كُلّ على حدة ثم نكشف عنها بالطرق الكيميائية باستخدام الكواشف المناسبة.

وعلى ذلك في التحليل الكيميائي الوصفي : عبارة عن سلسلة من التفاعلات المختارة المناسبة تجري للكشف عن نوع المكونات الأساسية لمادة على أساس التغيرات الحادثة في هذه التفاعلات.

### ويضم التحليل الكيميائي الوصفي فرعين :

تحليل المركبات غير العضوية	تحليل المركبات العضوية
تحليل يتم فيه التعرف على الأيونات التي يتكون منها المركب غير العضوي، ويشمل الكشف عن الكاتيونات (الشق القاعدي) والأنيونات (الشق الحامضي)	تحليل يتم فيه الكشف عن العناصر والمجموعات الوظيفية الموجودة بعرض التعرف على المركب.

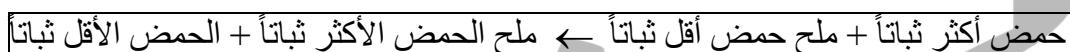
سنكتفي في دراسة التحليل الوصفي على الكشف عن الكاتيونات والأنيونات في المركبات غير العضوية.

### (أ) الكشف عن الأنيونات (الشق الحامضي)

نتيجة اختلاف الأحماض في درجات غليانها فإنها تختلف في درجة ثباتها (تطايرها) فكلما ارتفعت درجة غليان حمض بالنسبة للأخر كلما ارتفعت درجة ثباته ويكون أقل تطايراً والعكس صحيح.

الأساس العلمي للكشف عن الشق الحامضي ملح هو :

الأحماض الأكثر ثباتاً (الأقل تطايرًا أو انحلالًا) تحل محل الأحماض الأقل ثباتاً (الأكثر تطايرًا أو انحلالًا) في أملاحها.



الحمض الأقل ثباتاً الناتج يظهر في صورة غازات يمكن التعرف عليها بالكافش المناسب	ملحوظة :
ويفضل التسخين الهلين الذي يساعد على طرد الغازات.	

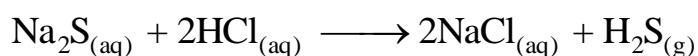
### معلومات إثرائية هامة :

ويمكن تقسيم الأحماض تبعاً لثباتها إلى ثلاثة مجموعات :

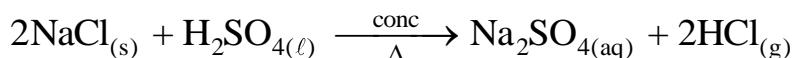
③ أحماض ثابتة	② أحماض متوسطة الثبات	① أحماض غير ثابتة
$\text{H}_2\text{SO}_4$	الكبريتيك	$\text{H}_2\text{CO}_3$
$\text{H}_3\text{PO}_4$	الفوسفوريك	الهيدروكلوريك الهيدروبروميك الهيدروبيوديك النيتريك
		$\text{H}_2\text{S}$ $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ $\text{HNO}_2$

ملحوظة هامة في الجدول السابق :

① يمكن لحمض من أحماض المجموعة الثانية أن يطرد حمضاً من المجموعة الأولى من أملاحه.



② كما أنه يمكن لحمض من المجموعة الثالثة أن يطرد حمضاً من المجموعة الأولى أو الثانية من أملاحه.



يمكن تقسيم الأنيونات إلى ثلاثة مجموعات لكل منها كافش معين وهذه المجموعات هي :

(١) مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف (dil)  $\text{HCl}$

(٢) مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (conc)

(٣) مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم.  $\text{BaCl}_{2(\text{aq})}$

## أولاً مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف (dil HCl) :

والجدول التالي يوضح مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف والحمض المستقى منها الأنيون

الأنيون	الحمض المستقى منه	الكريبونات	البيكربونات	الكبريتيت	الثيوبريتات	النيتريت
$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{H}_2\text{CO}_3$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{SO}_3^{2-}$	$\text{S}^{2-}$	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	$\text{NO}_2^-$
الكريبونات	الحمض المخفف	البيكربونات	ال الكبريت	الثيوبريتات	النيترات	النيتروز

الأساس العلمي لهذا الكشف :

- ① حمض الهيدروكلوريك أكثر ثباتاً من الأحماض التي أشتققت منها هذه الأنيونات.
- ② عند تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع أملاح هذه الأنيونات يطرد هذه الأحماض الأقل ثباتاً - سهلة التطابير أو الانحلال - يمكن التعرف عليها بالكافاف المناسب ويفضل التسخين المهبّن ... علّه ؟ لأنّه يساعد على طرد الغازات.

# يوضح الجدول التالي النواتج الغازية الناتجة من فعل حمض HCl المخفف على هذه الأنيونات والكشف عنها.

التجربة الأساسية : الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف

الأنيون ورموزه	الغاز الناتج والكشف عنه في التجربة الأساسية	تجارب تأكيدية للأنيون
الكريبونات $\text{CO}_3^{2-}$	يحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يُعكر ماء الجير الرائق $\text{Na}_2\text{CO}_{3(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \longrightarrow 2\text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + \text{CO}_{2(g)}$ يمرر الغاز لفترة قصيرة ... short time ... علّه ؟ حتى لا تتحول كربونات الكالسيوم إلى بيكربونات الكالسيوم التي تذوب في الماء فيختفي الراسب. $\text{CO}_{2(g)} + \text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)} \xrightarrow{\text{ST}} \text{CaCO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$	محلول الملح + محلول كبريتات الماغنيسيوم ← يتكون راسب أبيض على البارد يذوب في حمض الهيدروكلوريك ... علّه ؟  $\text{Na}_2\text{CO}_{3(aq)} + \text{MgSO}_{4(aq)} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)} + \text{MgCO}_{3(s)}$ $\text{MgCO}_{3(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \longrightarrow \text{MgCl}_{2(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + \text{CO}_{2(g)}$
ملحوظة :	جميع كربونات الفلزات لا تذوب في الماء، عدا كربونات الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم، وتذوب جميعها في الأحماض.	
البيكربونات $\text{HCO}_3^-$	يحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يُعكر ماء الجير الرائق لفترة قصيرة.	محلول الملح + محلول كبريتات الماغنيسيوم ← يتكون راسب أبيض بعد التسخين... علّه ؟  $2\text{NaHCO}_{3(aq)} + \text{MgSO}_{4(aq)} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)} + \text{Mg}(\text{HCO}_3)_{2(aq)}$ $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_{2(aq)} \xrightarrow{\Delta} \text{MgCO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + \text{CO}_{2(g)}$
ملحوظة :	جميع بيكربونات الفلزات تذوب في الماء	
الكبريتيت $\text{SO}_3^{2-}$	يتتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت ذي الرائحة النفاذة والذي يُخضر ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز ... علّه ؟	محلول الملح + محلول نيترات الفضة ← يتكون راسب أبيض يسود بالتسخين... علّه ؟  $\text{Na}_2\text{SO}_{3(aq)} + 2\text{AgNO}_{3(aq)} \longrightarrow 2\text{NaNO}_{3(aq)} + \text{Ag}_2\text{SO}_{3(s)}$

	$\text{Na}_2\text{SO}_{3(\text{s})} + 2\text{HCl}_{(\text{aq})} \longrightarrow 2\text{NaCl}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + \text{SO}_{2(\text{g})}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_{7(\text{aq})} + 3\text{SO}_{2(\text{g})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_{3(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$	
محلول الملح + محلول نيترات الفضة $\leftarrow$ يتكون راسب أسود ... علّم ؟ لتكون كبريتيد الفضة .	يتتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين ذي الرائحة الكريهة والذي يسُود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II) ... علّم ؟	
$\text{Na}_2\text{S}_{(\text{aq})} + 2\text{AgNO}_{3(\text{aq})} \longrightarrow 2\text{NaNO}_{3(\text{aq})} + \text{Ag}_2\text{S}_{(\text{s})}$	$\text{Na}_2\text{S}_{(\text{s})} + 2\text{HCl}_{(\text{aq})} \longrightarrow 2\text{NaCl}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{S}_{(\text{g})}$ $(\text{CH}_3\text{COOH})_2\text{Pb}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{S}_{(\text{g})} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{PbS}_{(\text{s})}$	الكبريتيد $\text{S}^{2-}$
محلول الملح + محلول اليود $\leftarrow$ يزول لون اليود البني ... علّم ؟	يتتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت ويظهر راسب أصفر ... علّم ؟ نتيجة لتعلق الكبريت في المحلول .	الشيووكبريتات $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
$2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_{3(\text{aq})} + \text{I}_{2(\text{aq})} \longrightarrow \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_{6(\text{aq})} + 2\text{NaI}_{(\text{aq})}$ رباعي ثيونات الصوديوم	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_{3(\text{s})} + 2\text{HCl}_{(\text{aq})} \longrightarrow 2\text{NaCl}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + \text{SO}_{2(\text{g})} + \text{S}_{(\text{s})}$	
محلول الملح + محلول برمجفات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز $\leftarrow$ يزول اللون البنفسجي للبرمجفات ... علّم ؟	يتتصاعد غاز أكسيد النيتريک عديم اللون الذي يتحول عند فوهه الأنبوة إلى اللون البني المحرّم ... علّم ؟	
$5\text{NaNO}_{2(\text{aq})} + 2\text{KMnO}_{4(\text{aq})} + 3\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} \longrightarrow 5\text{NaNO}_{3(\text{aq})} + \text{K}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + 2\text{MnSO}_{4(\text{aq})} + 3\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$	$\text{NaNO}_{2(\text{s})} + \text{HCl}_{(\text{aq})} \longrightarrow \text{NaCl}_{(\text{aq})} + \text{HNO}_{2(\text{aq})}$ $3\text{HNO}_{2(\text{aq})} \longrightarrow \text{HNO}_{3(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + 2\text{NO}_{(\text{g})}$ $2\text{NO}_{(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \longrightarrow 2\text{NO}_{2(\text{g})}$	النيتريت $\text{NO}_2^-$

**ثانياً مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز :  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{conc})$** 

والجدول التالي يوضح مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز والحمض المشتق منها الأنيون

الأنيون	الكلوريد $\text{Cl}^-$	البروميد $\text{Br}^-$	اليوديد $\text{I}^-$	النیترات $\text{NO}_3^-$
الهيدروكلوريك $\text{HCl}$	الهيدروبروميك $\text{HBr}$	الهيدروبيوديك $\text{HI}$		النیتریک $\text{HNO}_3$

**الأسس العلمي لهذا الكشف :**

- ① حمض الكبريتيك المركز أكثر ثباتاً من الأحماض التي أشتقت منها هذه الأنيونات.
- ② عند تفاعل حمض الكبريتيك المركز مع أملاح هذه الأنيونات ثم التسخين نشاهد انفصال هذه الأحماض الأقل ثباتاً - سهلة التطوير أو الانحلال - في صورة غازية يمكن الكشف عنها بالكتافن المناسبة.

**التجربة الأساسية : الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز ثم التسخين إذا لزم الأمر**

الأنيون ورممه	الفاز الناتج والكشف عنه	تجارب تأكيدية للأنيون
الكلوريد $\text{Cl}^-$	<p>يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون والذى يكون سحباً بيضاء مع ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر ... على ؟</p> $2\text{NaCl}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{\text{conc}} \text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + 2\text{HCl}_{(\text{g})}$ $\text{HCl}_{(\text{g})} + \text{NH}_{3(\text{g})} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{s})}$	<p> محلول الملح + محلول نيترات الفضة ← يتكون راسب أبيض ... على ؟ لتكون كلوريد الفضة يصير بنفسجيًا عند تعرضه للضوء - يذوب في محلول النشادر المركز.</p> $\text{NaCl}_{(\text{aq})} + \text{AgNO}_{3(\text{aq})} \longrightarrow \text{NaNO}_{3(\text{aq})} + \text{AgCl}_{(\text{s})}$
البروميد $\text{Br}^-$	<p>يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون يتآكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك وتتفصل أبخرة برتقالية حمراء ... على ؟ لتكون البروم تسبب إصفار ورقة مبللة بمحلول النشادر.</p> $2\text{NaBr}_{(\text{s})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{\text{conc}} \text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + 2\text{HBr}_{(\text{g})}$ $2\text{HBr}_{(\text{g})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + \text{SO}_{2(\text{g})} + \text{Br}_{2(\text{v})}$	<p> محلول الملح + محلول نيترات الفضة ← يتكون راسب أبيض مصفر ... على ؟ لتكون بروميد الفضة يصير داكناً عند تعرضه للضوء - يذوب ببطء في محلول النشادر المركز.</p> $\text{NaBr}_{(\text{aq})} + \text{AgNO}_{3(\text{aq})} \longrightarrow \text{NaNO}_{3(\text{aq})} + \text{AgBr}_{(\text{s})}$
اليوديد $\text{I}^-$	<p>يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون يتآكسد جزء منه بسرعة بواسطة حمض الكبريتيك وتتفصل أبخرة اليود تظهر بلونها البنفسجي عند التسخين وتسبب زرقة ورقة مبللة بمحلول النشا.</p> $2\text{KI}_{(\text{s})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{\text{conc}} \text{K}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + 2\text{HI}_{(\text{g})}$ $2\text{HI}_{(\text{g})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + \text{SO}_{2(\text{g})} + \text{I}_{2(\text{v})}$	<p> محلول الملح + محلول نيترات الفضة ← يتكون راسب أصفر ... على ؟ لتكون يوديد الفضة - لا يذوب في محلول النشادر.</p> $\text{NaI}_{(\text{aq})} + \text{AgNO}_{3(\text{aq})} \longrightarrow \text{NaNO}_{3(\text{aq})} + \text{AgI}_{(\text{s})}$
النيترات $\text{NO}_3^-$	<p>تتصاعد أبخرة بنية ... على ؟ نتيجة لتحلل حمض النيترات المتفصل إلى ثاني أكسيد النيتروجين وتزداد كثافة الأبخرة البنية عند إضافة قليل من خراطة النحاس ... على ؟</p> $2\text{NaNO}_{3(\text{s})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{\text{conc}} \text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + 2\text{HNO}_{3(\ell)}$ $4\text{HNO}_{3(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{\text{conc}} 2\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + 4\text{NO}_{2(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})}$ $\text{Cu}_{(\text{s})} + 4\text{HNO}_{3(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{\text{conc}} \text{Cu}(\text{NO}_3)_{2(\text{aq})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + 2\text{NO}_{2(\text{g})}$	<p> اختبار الحلقة البنية : محلول ملح النيترات + محلول حديث التحضير من كبريتات الحديد II + قطرات من حمض الكبريتيك المركز تضاف بحرص على السطح الداخلي لأنبوبة الاختبار فت تكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض و محلائل الفاعل ... على ؟ تزول بالرج أو التسخين ... على ؟</p> $2\text{NaNO}_{3(\text{aq})} + 6\text{FeSO}_{4(\text{aq})} + 4\text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)} \xrightarrow{\text{conc}} 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_{3(\text{aq})} + \text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + 2\text{NO}_{(\text{g})}$ $\text{FeSO}_{4(\text{aq})} + \text{NO}_{(\text{g})} \rightarrow \text{FeSO}_4 \cdot \text{NO}_{(\text{s})}$ <p>مركب الحلقة البنية</p>

**ثالثاً مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم :  $\text{BaCl}_{2(\text{aq})}$** 

والجدول التالي يوضح مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم والحمض المشتق منها الأنيون

$\text{SO}_4^{2-}$ الكبريتات $\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{PO}_4^{3-}$ الفوسفات $\text{H}_3\text{PO}_4$	الأنيون الحمض المشتق منه
--	---	-----------------------------

**الأساس العلمي لهذا الكشف :**

أنيونات هذه المجموعة لا تتفاعل مع أيّاً من حمض  $\text{HCl}$  المخفّف أو حمض  $\text{H}_2\text{SO}_4$  المركز ولكن هذه الأنيونات تُعطى محاليل أملاحها راسب مع محلول كلوريد الباريوم  $\text{BaCl}_2$

**التجربة الأساسية :** محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم

تجارب تأكيدية للأنيون	التجربة الأساسية	الأنيون ورمزه
محلول الملح + محلول نيترات الفضة ← يتكون راسب أصفر ... علّ؟ لتكون فوسفاتات الفضة الذي يذوب في كل من محلول النشادر وحمض النتيريك. $\text{Na}_3\text{PO}_{4(\text{aq})} + 3\text{AgNO}_{3(\text{aq})} \longrightarrow 3\text{NaNO}_{3(\text{aq})} + \text{Ag}_3\text{PO}_{4(\text{s})}$	يتكون راسب أبيض ... علّ؟ لتكون فوسفاتات الباريوم الذي يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفّف. $2\text{Na}_3\text{PO}_{4(\text{aq})} + 3\text{BaCl}_{2(\text{aq})} \longrightarrow 6\text{NaCl}_{(\text{aq})} + \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_{2(\text{s})}$	الفوسفات $\text{PO}_4^{3-}$
محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص II يتكون راسب أبيض ... علّ؟ لتكون كبريتات الرصاص II $\text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}_{(\text{aq})} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{COONa}_{(\text{aq})} + \text{PbSO}_{4(\text{s})}$	يتكون راسب أبيض ... علّ؟ لتكون كبريتات الباريوم لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفّف. $\text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + \text{BaCl}_{2(\text{aq})} \longrightarrow 2\text{NaCl}_{(\text{aq})} + \text{BaSO}_{4(\text{s})}$	الكبريتات $\text{SO}_4^{2-}$

**(ب) الكشف عن الكاتيونات (الشق القاعدي) في الأملاح البسيطة**

يعتبر الكشف عن الشق القاعدي أكثر تعقيداً من الكشف عن الشق الحامضي ... علّ؟

وذلك لكثرّة عدد الشقوق القاعدية للتداخل فيما بينها، علاوة على إمكانية وجود الشق الواحد في أكثر من حالة تأكسد مثل كاتيونات الحديد II ( $\text{Fe}^{2+}$ ) ، كاتيونات الحديد III ( $\text{Fe}^{3+}$ )

**الأساس العلمي للكشف عن الشق القاعدي للح :**

- ① تقسم الشقوق القاعدية إلى ست مجموعات تسمى المجموعات التحليلية.
- ② لكل مجموعة من الشقوق القاعدية كاشف معين يسمى بكاشف المجموعة.
- ③ يعتمد هذا التقسيم على اختلاف ذوبان أملاح هذه الكاتيونات (الفلزات) في الماء.

وسوف نتناول أمثلة من بعض هذه المجموعات التحليلية الست.

### أولاً المجموعة التحليلية الأولى : $(\text{Ag}^+ - \text{Hg}^+ - \text{Pb}^{2+})$

الأساس العلمي للكشف عن المجموعة التحليلية الأولى :

ترسب فلزات المجموعة التحليلية الأولى على هيئة كلوريدات ... علّم ؟

لأنه بإضافة كاشف المجموعة (حمض الهيدروكلوريك المخفف) يتكون كلوريدات فلزات المجموعة التحليلية الأولى وهي شححة الذوبان في الماء مثل كلوريدات الفضة (I) والرصاص (II)

### ثانياً المجموعة التحليلية الثانية $(\text{Cu}^{2+})$ :

الأساس العلمي لهذا الكشف :

ترسب كاتيونات المجموعة التحليلية الثانية على هيئة كبريتيدات في الوسط الحامضي ويتم ذلك بإذابة الملح في الماء وإضافة حمض هيدروكلوريك مخفف ثم يمرر فيه غاز كبريتيد الهيدروجين ... علّم ؟  
ليصير محلول حامضياً وبالتالي يمكنها ترسيب كاتيونات المجموعة التحليلية الثانية على هيئة كبريتيدات.

**الكشف عن أيون النحاس (II) :**

محلول ملح النحاس (II) + كاشف المجموعة  $(\text{HCl} + \text{H}_2\text{S})$  يتكون راسب أسود من كبريتيد النحاس (II).  
يذوب في حمض النيتريك الساخن.



### ثالثاً المجموعة التحليلية الثالثة $(\text{Al}^{3+} - \text{Fe}^{2+} - \text{Fe}^{3+})$ :

الأساس العلمي في الكشف :

ترسب كاتيونات هذه المجموعة على هيئة هيدروكسيدات بإضافة هيدروكسيد الأمونيوم وذلك عندما لا تكون مختلطة بكاتيونات أخرى.

التجربة الأساسية : محلول الملح + كاشف المجموعة (هيدروكسيد الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{OH}$ )

الكاتيون	تفاعلاته مع كاشف المجموعة	تجارب تأكيدية
الألومنيوم $\text{Al}^{3+}$	يتكون راسب أبيض چيلاتيني ... علّم ؟ لتكون هيدروكسيد الألومنيوم يذوب في الأحماض المخففة وفي محلول الصودا الكاوية.	محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم ← يتكون راسب أبيض چيلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب في وفرة من هيدروكسيد الصوديوم ... علّم ؟ لتكون ميتاً لومينات الصوديوم الذائبة في الماء.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_{3(\text{aq})} + 6\text{NaOH}_{(\text{aq})} \longrightarrow 3\text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + 2\text{Al(OH)}_{3(\text{s})}$ $\text{Al(OH)}_{3(\text{s})} + \text{NaOH}_{(\text{aq})} \longrightarrow \text{NaAlO}_{2(\text{aq})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$
	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_{3(\text{aq})} + 6\text{NH}_4\text{OH}_{(\text{aq})} \longrightarrow 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + 2\text{Al(OH)}_{3(\text{s})}$	

<p>محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم <math>\leftarrow</math> يتكون راسب أبيض محضر ... علء ؟ لتكون هيدروكسيد الحديد (II)</p> $\text{FeSO}_{4(\text{aq})} + 2\text{NaOH}_{(\text{aq})} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + \text{Fe(OH)}_{2(\text{s})}$	<p>يتكون راسب أبيض يتحول إلى أبيض محضر بالتعرض للهواء ويذوب في الأحماض.</p> $\text{FeSO}_{4(\text{aq})} + 2\text{NH}_4\text{OH}_{(\text{aq})} \longrightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + \text{Fe(OH)}_{2(\text{s})}$	<p><b>الحديد (II)</b> <math>\text{Fe}^{2+}</math></p>
<p>محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم <math>\leftarrow</math> يتكون راسببني محمر ... علء ؟ لتكون هيدروكسيد الحديد (III)</p> $\text{FeCl}_{3(\text{aq})} + 3\text{NaOH}_{(\text{aq})} \longrightarrow 3\text{NaCl}_{(\text{aq})} + \text{Fe(OH)}_{3(\text{s})}$	<p>يتكون راسب چيلاتيني لونهبني محمر يذوب في الأحماض.</p> $\text{FeCl}_{3(\text{aq})} + 3\text{NH}_4\text{OH}_{(\text{aq})} \longrightarrow 3\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{aq})} + \text{Fe(OH)}_{3(\text{s})}$	<p><b>الحديد (III)</b> <math>\text{Fe}^{3+}</math></p>

## رابعاً المجموعة التحليلية الخامسة : $(\text{Ca}^{2+})$

**الأساس العلمي في الكشف :**

ترسب كاتيونات هذه المجموعة على هيئة كربونات بإضافة محلول كربونات الأمونيوم.

**التجربة الأساسية :** محلول الملح + كاشف المجموعة (محلول كربونات الأمونيوم)

تجارب تأكيدية	تفاعلاته مع كاشف المجموعة	الكاتيون
<p>① محلول الملح + حمض كبريتيك مخفف يتكون راسب أبيض ... علء ؟ لتكون كبريتات الكالسيوم.</p> $\text{CaCl}_{2(\text{aq})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} \longrightarrow 2\text{HCl}_{(\text{aq})} + \text{CaSO}_{4(\text{s})}$ <p><b>الكشف الجاف :</b> كاتيونات الكالسيوم المتطرفة تُكسب لهب بنزن لون أحمر طوبي.</p>	<p>يتكون راسب أبيض ... علء ؟ لتكون كربونات الكالسيوم يذوب في حمض HCl المخفف ويذوب أيضاً في الماء المحتوي على <math>\text{CO}_2</math> ... علء ؟</p> $\text{CaCl}_{2(\text{aq})} + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_{3(\text{aq})} \longrightarrow 2\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{aq})} + \text{CaCO}_{3(\text{s})}$ $\text{CaCO}_{3(\text{s})} + \text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + \text{CO}_{2(\text{g})} \longrightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_{2(\text{aq})}$	<p><b>الكالسيوم</b> <math>\text{Ca}^{2+}</math></p>

## تقديم الدرس الأول : التحليل الكيفي «الوصفي»

العلامة تدل على كتاب المدرسة  
العلامة تدل على دليل التقويم

### **١ أكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات الآتية :**

- (١) أحد فروع علم الكيمياء الهامة الذي ساهم بدور كبير في تقدم هذا العلم، كما لعب دوراً كبيراً في تطور المجالات العلمية المختلفة مثل الطب، والزراعة والصناعات الغذائية والبيئية.
- (٢) تحليل كيميائي يهدف إلى التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية (ملحاً بسيطاً) أو مخلوطاً من عدة مواد.
- \* سلسلة من التفاعلات المختارة المناسبة تجرى للكشف عن نوع المكونات الأساسية لمادة على أساس التغيرات الحادثة في هذه التفاعلات.
- \* تحليل كيميائي يستخدم في التعرف على مكونات المادة.
- (٣) تحليل كيميائي يهدف إلى تقدير نسبة كل مكون من المكونات الأساسية للمادة.
- \* تحليل كيميائي يستخدم في تقدير تركيز أو كمية كل مكون من مكونات المادة.
- (٤) تحليل يتم فيه الكشف عن العناصر والمجموعات الوظيفية الموجودة بغرض التعرف على المركب.
- (٥) تحليل يتم فيه التعرف على الأيونات التي يتكون منها المركب ، ويشمل الكشف عن الكاتيونات (الشق القاعدي) والأنيونات (الشق الحامضي).
- (٦) الحمض الأقل تطابراً والأعلى في درجة الغليان والذي يقوم بطرد الحمض الأعلى تطابراً من محليل أملاحه.
- (٧) التجربة الأولى التي تستخدم في الكشف عن الشق القاعدي أو الشق الحامضي للملح.
- (٨) تجربة تستخدم للتتأكد من صحة التجربة الأساسية في الكشف عن الشق القاعدي أو الحامضي للملح.
- (٩) التجربة التأكيدية المستخدمة للتعرف على أنيون النيترات.
- (١٠) مجموعات الشو哥ن القاعدية وهي ست مجموعات.
- (١١) مجموعة تحليلية ترسب كاتيوناتها على هيئة كلوريدات.
- (١٢) مجموعة تحليلية ترسب كاتيوناتها على هيئة كبريتيدات في الوسط الحامضي.
- (١٣) مجموعة تحليلية ترسب كاتيوناتها على هيئة هيدروكسيدات.
- \* مجموعة تحليلية تستخدم هيدروكسيد الأمونيوم ككافش للمجموعة.
- (١٤) مجموعة تحليلية ترسب كاتيوناتها على هيئة كربونات.
- \* مجموعة تحليلية تستخدم كربونات الأمونيوم ككافش للمجموعة.
- (١٥) الكشف عن كاتيونات الكالسيوم بواسطة لهب بنزن غير المضيء.

### **٢ أكتب الاسم الكيميائي أو العلمي للعنصر أو المركب أو المخلوط التالي:**

- (١) محلول المستخدم في التمييز بين أنيونات الكربونات والبيكرbonات.
- (٢) محلول المستخدم في الكشف عن أنيونات الكبريتات والفوسفات.
- (٣) كافش الشو哥ن القاعدية.
- (٤) كافش المجموعة التحليلية الأولى.
- (٥) كافش المجموعة التحليلية الثانية.
- (٦) كافش المجموعة التحليلية الثالثة.
- (٧) كافش التجارب التأكيدية للمجموعة التحليلية الثالثة.
- (٨) كافش المجموعة التحليلية الخامسة.
- (٩) مركب الحلقة البنية.
- (١٠) مادة تذوب في الماء المحتوي على ثاني أكسيد الكربون.

**٢ اختيار الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :**(١) يعتبر محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف كاشفاً لأنيون ..... (٩٦)
 

أ) الكبريتات      ب) اليوديد      ج) النيتريت

(٢) يتكون راسب أصفر لا يذوب في محلول هيدروكسيد الأمونيوم عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملح ..... (٩٦)
 

أ) اليوديد      ب) البروميد      ج) الكلوريد

د) الفوسفات

(٣) كاشف المجموعة التحليلية الأولى هو ..... (٩٦)
 

أ) (HCl) (dil)      ب) (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (dil)      ج) (HCl) (conc)

(٤) كاشف المجموعة التحليلية الثانية هو ..... (٩٦)
 

أ) (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (conc)      ب) (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (dil)      ج) (NH<sub>4</sub>OH)

(٥) محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم يتكون راسب أبيض لا يذوب في الأحماض ..... (٩٦)
 

أ) نيترات      ب) فوسفات      ج) كبريتات

(٦) محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص (II) يتكون راسب أبيض ..... (٩٦)
 

أ) كبريتات      ب) نيترات      ج) فوسفات

(٧) محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسببني محمر ..... (٩٦)
 

أ) نحاس (II)      ب) حديد (III)      ج) ألومنيوم

(٨) الملح الصلب + حمض هيدروكلوريك يتتصاعد غاز نفاث الرائحة وتعلق مادة صفراء ..... (٩٦)
 

أ) كبريتيد      ب) كربونات      ج) ثيوكبريتات

(٩) عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الحديد (II) يتكون راسب ..... (٩٦)
 

أ) أبيض مصفر      ب) بني محمر

(١٠) عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول كبريتات الحديد (III) يتكون ..... (٩٨)
 

أ) أبيض مصفر      ب) بني محمر

ج) أبيض يتحول إلى الأبيض المخضر      د) أبيض جيلاتيني

(١١) هيدروكسيد الفلز الذي لا يذوب في الماء ولكن يذوب في كل من محلول الصودا الكاوية وحمض الهيدروكلوريك هو هيدروكسيد ..... (٩٦)
 

أ) راسب أبيض چيلاتيني      ب) راسب چيلاتيني بني محمر

ج) أبيض مخضر      د) أزرق قاتم

(١٢) عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى محلول ثيوكبريتات الصوديوم يتكون معلق أصفر من الكبريت مصحوب بغاز ..... (٩٦)
 

أ) نحاس (II)      ب) حديد (III)      ج) ألومنيوم

(١٣) عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت ويتكون معلق أصفر ، يكون الملح هو ..... (٩٨)
 

أ) كبريتيت      ب) ثيوكبريتات      ج) كبريتيد

(١٤) عند تعریض ورقة النشا المبللة بالماء إلى أبخرة اليود البنفسجية، تتلون باللون ..... (٩٨)
 

أ) الأصفر      ب) الأزرق      ج) الأبيض المصفر

الكشف الجاف بواسطه لهب بنزن لكاتيونات الكالسيوم تعطي لون ..... (٩٨)

(١) أصفر ذهبي      ب) أحمر طوبي      ج) بنفسجي فاتح

## ٤، علل لما يأتي موضحاً إجابتك بالمعادلات الرمزية كلما أمكن :

- (١) ساهم التحليل الكيميائي بدور كبير في تقدم مجال الطب.
- (٢) ساهم التحليل الكيميائي بدور كبير في تقدم مجال الزراعة.
- (٣) ساهم التحليل الكيميائي بدور كبير في تقدم مجال الصناعة.
- (٤) ساهم التحليل الكيميائي بدور كبير في تقدم مجال الخدمة البيئية.
- (٥) اختلاف التحليل الكيفي عن التحليل الكمي.
- (٦) لا بد من إجراء عمليات التحليل الكيفي أولاً قبل التحليل الكمي.
- (٧) اختلاف التحليل الكيفي للمركيبات العضوية عن المركيبات غير العضوية.
- (٨) لا يتفاعل حمض الكربونيك مع كلوريد الصوديوم.
- (٩) يفضل التسخين الهلين عند الكشف عن أننيونات حمض الهيدروكلوريك.
- (١٠) عند الكشف عن أننيونات حمض الكربونيك يمرر غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج على ماء الجير الرائق لفترة قصيرة.

\* يزول تعكير ماء الجير الرائق عند إمرار ثاني أكسيد الكربون عليه لفترة طويلة.

- (١١) لا يصلح حمض الهيدروكلوريك المخفف للتمييز بين ملح كربونات وبيكربونات الصوديوم.
- (١٢) يتكون راسب أبيض على البارد عند إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول كربونات الصوديوم ولا يتكون راسب إلا بعد الغليان عند إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول بيكرbonات الصوديوم.

- (١٣) غاز ثاني أكسيد الكبريت يحول ورقة مبللة بمحلول ثانـي كرومات البوتاسيـوم المـحمـضـة بـحامـضـ الكـبرـيتـيكـ المـركـزـ من اللـونـ الـبـرـقـالـيـ إـلـىـ اللـونـ الـأـخـضـرـ.

(١٤) يتكون راسب أبيض عند إضافة محلول كبريتـيتـ الصـودـيـومـ إـلـىـ محلـولـ نـيـترـاتـ الفـضـةـ.

- (١٥) تسود ورقة ترشيح مبللة بمحلول أستـيـاتـ الرـصـاصـ (II) عند تعرـضـهاـ لـغـازـ كـبـرـيتـيدـ الهـيـدـرـوـجـينـ.
- (١٦) يتكون راسب أسود عند إضافة محلول كبريتـيدـ الصـودـيـومـ إـلـىـ محلـولـ نـيـترـاتـ الفـضـةـ.

- (١٧) يتكون معلق أصفر عند إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى ثيوـكـرـيتـاتـ الصـودـيـومـ.
- (١٨) يزول اللـونـ الـبـنـفـسـجـيـ لمـحـلـولـ بـرـمـجـاتـ الـبـوـتـاسـيـومـ المـحـمـضـةـ بـحامـضـ الكـبرـيتـيكـ عندـ إـضـافـةـ محلـولـ نـيـترـاتـ الـبـوـتـاسـيـومـ.

- (١٩) لا يتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع كبريتـاتـ الصـودـيـومـ.

- (٢٠) تكون سحب بيضاء كثيفة عند تـعـرـضـ سـاقـ زـجاجـيـ مـبـلـلةـ بمـحـلـولـ النـشـادـرـ إـلـىـ غـازـ كـلـورـيدـ الهـيـدـرـوـجـينـ.

- (٢١) تكون راسب أبيض عند إضافة محلول كلورـيدـ الصـودـيـومـ إـلـىـ محلـولـ نـيـترـاتـ الفـضـةـ.
- (٢٢) انفصـالـ أـبـخـرـةـ بـرـقـالـيـةـ حـمـراءـ عـنـ أـكـسـدـةـ غـازـ بـرـومـيدـ الهـيـدـرـوـجـينـ جـزـئـيـاـ بـوـاسـطـةـ حـامـضـ الكـبرـيتـيكـ.

- (٢٣) تكون راسب أبيض مصفر عند إضافة محلول نـيـترـاتـ الفـضـةـ إـلـىـ محلـولـ بـرـومـيدـ الصـودـيـومـ.
- (٢٤) تتصـاعـدـ أـبـخـرـةـ بـنـفـسـجـيـةـ عـنـ تـفـاعـلـ حـامـضـ الكـبرـيتـيكـ المـركـزـ معـ يـوـديـدـ الـبـوـتـاسـيـومـ وـالـتـسـخـينـ.

- (٢٥) تكون راسب أصـفـرـ عـنـ إـضـافـةـ محلـولـ يـوـديـدـ الصـودـيـومـ إـلـىـ محلـولـ نـيـترـاتـ الفـضـةـ.
- (٢٦) تتصـاعـدـ أـبـخـرـةـ بـنـيـةـ عـنـ إـضـافـةـ محلـولـ نـيـترـاتـ الصـودـيـومـ إـلـىـ حـامـضـ الكـبرـيتـيكـ المـركـزـ السـاخـنـ.

- (٢٧) تزداد أبخرة ثاني أكسيد النيتروجين البنية الناتجة من تسخين حمض الكبريتـيكـ المـركـزـ معـ محلـولـ النـيـترـاتـ إـذـاـ أـضـيـفـ إـلـىـ التـفـاعـلـ خـرـاطـةـ مـنـ النـحـاسـ.

- (٢٨) عند تـفـاعـلـ محلـولـ مـلحـ النـيـترـاتـ معـ كـبـرـيتـاتـ الـحـدـيدـ IIـ حـدـيـثـةـ التـحـضـيرـ المـحـمـضـةـ بـحامـضـ الكـبـرـيتـيكـ المـركـزـ يـتـكـونـ حلـقـةـ بـنـيـةـ عـنـ السـطـحـ الفـاـصـلـ بـيـنـ الـحـمـضـ وـمـحـالـلـ التـفـاعـلـ.

- (٢٩) تزول الحلقة البنية بالرج أو التسخين.

- (٣٠) استخدام محلول كلورـيدـ الـبـارـيـومـ فـيـ الكـشـفـ عـنـ أـنـيـونـاتـ الكـبـرـيتـاتـ وـالـفـوسـفـاتـ.
- (٣١) لا يستخدم حمض الهيدروكلوريك المخفف أو حمض الكبريتـيكـ المـركـزـ فـيـ الكـشـفـ عـنـ أـنـيـونـاتـ الكـبـرـيتـاتـ وـالـفـوسـفـاتـ.

- (٣٢) تكون راسب أبيض يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول ملح الفوسفات.
- (٣٣) تكون راسب أصفر يذوب في محلول النشادر وحمض النيتريك عند إضافة محلول فوسفات الصوديوم إلى محلول نيترات الفضة.
- (٣٤) تكون راسب أبيض لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول ملح الكبريتات.
- (٣٥) تكون راسب أبيض عند إضافة محلول أسيتات الرصاص II إلى محلول كبريتات الصوديوم.
- (٣٦) يعتبر الكشف عن الشق القاعدي أشد تعقيداً من الكشف عن الشق الحامضي للأملأح. (الأزهر ٩٨)
- (٣٧) ترسب فلزات المجموعة التحليلية الأولى على هيئة كلوريدات.
- (٣٨) يتم الكشف عن كاتيونات المجموعة التحليلية الثانية بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف ثم إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين.
- (٣٩) تكون راسب أبيض چيلاتيني عند إضافة هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الألومنيوم.
- (٤٠) يظهر راسب أبيض چيلاتيني ثم يختفي عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم بالتدريج لمحلول كلوريد الألومنيوم. (الأزهر ٨٧)
- (٤١) تكون راسب أبيض يتتحول إلى أبيض مخضر في الهواء عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الحديد II
- \* تكون راسب أبيض مخضر عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الحديد II
- (٤٢) تكون راسب چيلاتينيبني محمر عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الحديد III
- \* تكون راسب چيلاتينيبني محمر عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الحديد III
- (٤٣) تكون راسب أبيض عند إضافة محلول كربونات الأمونيوم إلى محلول ملح الكالسيوم.
- (٤٤) يذوب كربونات الكالسيوم في الماء المحتوي على  $\text{CO}_2$
- (٤٥) تكون راسب أبيض عند إضافة حمض الكبريتيك المخفف إلى محلول كلوريد الكالسيوم.
- (٤٦) استخدام لهب بنزن غير المضيء في الكشف الجاف على كاتيون الكالسيوم.

## ٥ اذكر اسم وصيغة الشق الحامضي الذي يعطي النتائج التالية عند الكشف عنه :

- (١) الملح الصلب + حمض هيدروكلوريك مخفف ← يتتصاعد غاز يُعكر ماء الجير الرائق لفترة قصيرة.
- (٢) محلول الملح + محلول كبريتات الماغنيسيوم ← يتكون راسب أبيض بعد التسخين.
- (٣) محلول الملح + محلول كبريتات الماغنيسيوم ← يتكون راسب أبيض على البارد يذوب في حمض الهيدروكلوريك.
- (٤) الملح الصلب + حمض هيدروكلوريك مخفف ← يتتصاعد غاز نفاذ الرائحة يُحضر ورقة مبللة بثاني كرومات البوتاسيوم المُمحضة بحمض الكبريتيك المركز.
- \* محلول الملح + محلول نيترات الفضة ← يتكون راسب أبيض يسود بالتسخين.
- (٥) الملح الصلب + حمض هيدروكلوريك مخفف ← يتتصاعد غاز كريه الرائحة يسود ورقة مبللة بأسيتات الرصاص.
- \* محلول الملح + محلول نيترات الفضة ← يتكون راسب أسود.
- (٦) الملح الصلب + حمض هيدروكلوريك مخفف ← يتتصاعد غاز نفاذ الرائحة يُحضر ورقة مبللة بثاني كرومات البوتاسيوم المُمحضة وتتكون مادة صفراء مُعلقة.
- \* محلول الملح + محلول اليود ← يزول لون اليود البنّي
- (٧) الملح الصلب + حمض هيدروكلوريك مخفف ← يتتصاعد غاز عديم اللون يتتحول عند فوهه الأنبوة إلى أبخرة بنية حمراء.
- \* محلول الملح + محلول برمجنات البوتاسيوم المُمحضة بحمض الكبريتيك ← يزول اللون البنفسجي للبرمنجنات

- (٨) الملح الصلب + حمض كبريتيك مركز  $\rightarrow$  يتضاعد غاز عديم اللون يكون سحباً بيضاء مع ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر.
- \* محلول الملح + محلول نيترات الفضة  $\rightarrow$  يتكون راسب أبيض يصير بنفسجيًّا عند تعرضه للضوء ويدبُّ في محلول النشادر المركز.
- (٩) الملح الصلب + حمض كبريتيك مركز  $\rightarrow$  يتضاعد غاز عديم اللون يتآكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك وتتفصل أبخرة برترالية حمراء تسبب إصفار ورقة مبللة بالنشادر.
- \* محلول الملح + محلول نيترات الفضة  $\rightarrow$  يتكون راسب أبيض مصفر يصير داكناً عند تعرضه للضوء ويدبُّ بيضاء في محلول النشادر المركز.
- (١٠) الملح الصلب + حمض كبريتيك مركز  $\rightarrow$  يتضاعد غاز عديم اللون يتآكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك وتتفصل أبخرة تظهر بلونها البنفسجي عند التسخين وتسبب زرقة ورقة مبللة بمحلول النشا.
- \* محلول الملح + محلول نيترات الفضة  $\rightarrow$  يتكون راسب أصفر لا يذوب في محلول النشادر.
- (١١) الملح الصلب + حمض كبريتيك مركز  $\rightarrow$  تتضاعد أبخرة بنية وتزداد كثافة الأبخرة عند إضافة قليل من خراطة النحاس.
- \* محلول الملح + محلول حديث التحضير من كبريتات الحديد II + قطرات من حمض الكبريتيك المركز تضاف بحرص على السطح الداخلي لأنوية الاختبار  $\rightarrow$  يتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل القفاعل تزول بالرج أو التسخين.
- (١٢) محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم  $\rightarrow$  يتكون راسب أبيض يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف.
- \* محلول الملح + محلول نترات الفضة  $\rightarrow$  يتكون راسب أصفر يذوب في كل من محلول النشادر وحمض النتيرييك.
- (١٣) محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم  $\rightarrow$  يتكون راسب أبيض لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف.
- \* محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص II  $\rightarrow$  يتكون راسب أبيض.

## ٦ اذكر اسم وصيغة الشق القاعدي الذي أعطى النتائج التالية عند الكشف عنه :

- (١) محلول الملح +  $(HCl + H_2S)$   $\rightarrow$  يتكون راسب أسود يذوب في حمض النتيرييك الساخن.
- (٢) محلول الملح + محلول هيدروكسيد الأمونيوم  $\rightarrow$  يتكون راسب أبيض جيلاتيني يذوب في الأحماض المخففة وفي محلول الصودا الكاوية.
- \* محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم  $\rightarrow$  يتكون راسب أبيض يذوب في وفرة من هيدروكسيد الصوديوم.
- (٣) محلول الملح + محلول هيدروكسيد الأمونيوم  $\rightarrow$  يتكون راسب أبيض يتحول إلى أبيض مخضر بالعرض للهواء ويدبُّ في الأحماض.
- \* محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم  $\rightarrow$  يتكون راسب أبيض مخضر.
- (٤) محلول الملح + محلول هيدروكسيد الأمونيوم  $\rightarrow$  يتكون راسب چيلاتيني لونهبني محمر يذوب في الأحماض.
- \* محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم  $\rightarrow$  يتكون راسببني محمر
- (٥) محلول الملح + محلول كربونات الأمونيوم  $\rightarrow$  يتكون راسب أبيض يذوب في حمض  $HCl$  المخفف ويدبُّ أيضاً في الماء المحتوي على  $CO_2$ .
- \* محلول الملح + حمض كبريتيك مخفف  $\rightarrow$  يتكون راسب أبيض.
- \* الكشف الجاف للملح الصلب  $\rightarrow$  ثُكس لهب بنزن لون أحمر طوبي.

## ٧ اذكر استخدام واحد لكل من الكواشف التالية مع توضيح إجابتك بالمعادلات الرمزية :

- (١) هيدروكسيد الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{OH}$
- (٢) كلوريد الباريوم  $\text{BaCl}_2$
- (٣) نيترات الفضة  $\text{AgNO}_3$
- (٤) برمجات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتิก المركز  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
- (٥) حمض الهيدروكلوريك المخفف (dil)  $\text{HCl}$
- (٦) حمض الكبريتيك المركز  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (conc)
- (٧) كبريتات الماغنيسيوم  $\text{MgSO}_4$
- (٨) محلول اليود  $\text{I}_2\text{(aq)}$
- (٩) كبريتات الحديد II حديثة التحضير المحمضة بحمض الكبريتيك المركز.  $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
- (١٠) أسيتات الرصاص II  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$
- (١١) حمض الكبريتيك المخفف  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (dil)

## ٨ وضح بالمعادلات الرمزية المتزنة كيف تميز عملياً بين كل زوج من الأملال الآتية :

( مصدر أول ٩٨ )

( مصدر ٩٥ )

( مصدر ٩٤ )

( مصدر أول ١٠٠ )

( مصدر أول ٩٨ )

( مصدر ٩٥ )

( مصدر ٩٥ )

( مصدر ٩٠ )

( مصدر ٩١ )

( الأزهر ٩٨ )

(١) كبريتات الصوديوم - كبريتات الصوديوم

(٢) كلوريد حديد (II) - كلوريد الحديد (III)

(٣) نيتريت الصوديوم - نيترات الصوديوم (باستخدام حمض الهيدروكلوريك)

(٤) كلوريد الصوديوم - كلوريد الألومنيوم

(٥) كبريتات الصوديوم - فوسفات الصوديوم

(٦) بروميد الصوديوم - كلوريد الصوديوم.

(٧) كبريتيد الصوديوم - كلوريد الصوديوم

(٨) كبريتات صوديوم - يوديد صوديوم

(٩) حمض الهيدروكلوريك - حمض الكبريتيك

(١٠) كلوريد البوتاسيوم - يوديد البوتاسيوم (باستخدام نترات الفضة)

(١١) ثيوكبريتات الصوديوم - فوسفات الصوديوم.

(١٢) نيتريت الصوديوم - كبريتات الصوديوم.

(١٣) كبريتات الألومنيوم - كبريتات الحديد (III)

(١٤) بروميد البوتاسيوم - يوديد البوتاسيوم (باستخدام نترات الفضة).

(١٥) كربونات الصوديوم - بيكربونات الصوديوم.

(١٦) هيدروكسيد الأمونيوم - هيدروكسيد الصوديوم.

**١** تخير من القسم (١) المناسب لكل شنق من القسم (ب) :

**عند إضافة محلول نيترات الفضة إلى محليل بعض الأنيونات يتكون راسب :**

(ب)	(١)
(.....) الفوسفات	(١) أسود لا يذوب في حمض النيتريك.
(.....) البروميد	(٢) أبيض لا يذوب في حمض النيتريك المخفف
(.....) الكلوريد	(٣) أبيض مصفر لا يذوب في حمض النيتريك المخفف
(.....) الكبريتيد	(٤) أصفر يذوب في حمض النيتريك المخفف (٥) أصفر لا يذوب في حمض النيتريك المخفف

**١٠** **عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محليل ثلات أملاح من الكلوريدات يتكون في :**

الأول : راسب أبيض چيلاتيني.

الثاني : راسببني محمر .

الثالث : راسب أبيض مخضر.

ثم ذكر الشق القاعدي للأملاح الثلاث واكتبه معادلات التفاعل.

**١١** **أضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ثلات أملاح فامكن ملاحظة الظواهر الآتية علماً بأن الأملاح ثلاثة لفلز الصوديوم**

الأول : تصاعد غاز نفاذ الرائحة يسبب إختصار ورقة ترشيح مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركب.

الثاني : تصاعد غاز عديم اللون يتحول قرب فوهة الأنبوة إلى غازبني محمر.

الثالث : تصاعد غاز عديم اللون نفاذ الرائحة وتعلق مادة صفراء.

أنكر الشق الحمضي للأملاح الثلاث واكتبه معادلات التفاعل.

## تراكم معرفي لفهم التحليل الكمي

**المول :** هو كمية المادة التي تحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات (جزيئات أو ذرات أو أيونات أو وحدات الصيغة أو إلكترونات)

**مثال :** في التفاعل التالي :  $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}$

يلازم 3 مول من الإلكترونات لإخترال 1 مول من أيونات  $\text{Al}^{3+}$  لتكون 1 مول من ذرات Al

**الكتلة المولية (g) :** مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة في تركيب الجزيء أو وحدة الصيغة مقدرة بوحدة الجرام.

$$\text{1} \quad \frac{\text{كتلة المادة (g)}}{\text{كتلة المول (g/mol)}} = \frac{\text{عدد المولات (mol)}}{\text{كتلة المول (g/mol)}}$$

$$\text{2} \quad \frac{\text{عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدة الصيغة}}{6.02 \times 10^{23}} = \text{عدد المولات (mol)}$$

$$\text{3} \quad \frac{\text{حجم الغاز (L)}}{22.4 \text{ (L/mol)}} = \text{عدد المولات (mol)}$$

1 مول من أي غاز (at STP) يشغل 22.4 لتر ويحتوي على  $6.02 \times 10^{23}$  جزء

### مثال (1)

احسب عدد جزيئات 6.4 جرام من ثاني أكسيد الكبريت ( $\text{SO}_2$ )

$$1 \text{ mol } (\text{SO}_2) = 32 + (2 \times 16) = 64 \text{ g} \longrightarrow 6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء}$$

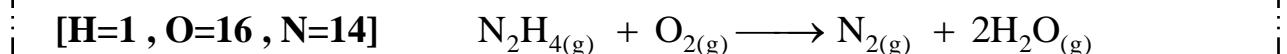
$$6.4 \text{ g} \longrightarrow \chi \text{ جزيء}$$

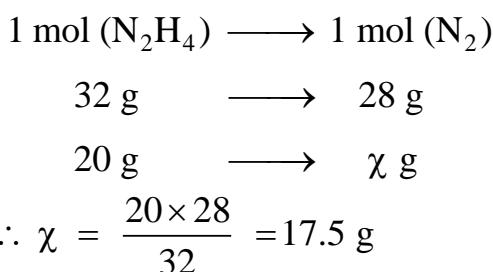
**الإجابة**

$$\therefore \chi = \frac{6.4 \times 6.02 \times 10^{23}}{64} = 6.02 \times 10^{22} \text{ جزيء}$$

### مثال (2)

احسب كتلة النيتروجين الناتجة من أكسدة 20 g من الهيدرازين من خلال التفاعل التالي :





الإجابة

[C=12 , O=16]

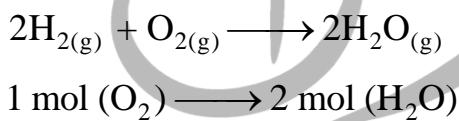
احسب حجم 11 g من غاز (CO<sub>2</sub>) في (STP)

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol (CO}_2\text{)} &= 12 + (2 \times 16) = 44 \text{ g} \longrightarrow 22.4 \text{ L} \\ 11 \text{ g} &\longrightarrow \chi \text{ L} \\ \therefore \chi = \frac{11 \times 22.4}{44} &= 5.6 \text{ L} \end{aligned}$$

الإجابة

[H=1 , O=16]

مثال (4)



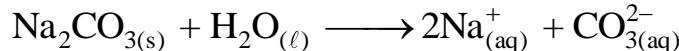
$$22.4 \text{ L} \longrightarrow 2 \times (2+16) = 36 \text{ g}$$

$$\chi \text{ L} \longrightarrow 90 \text{ g}$$

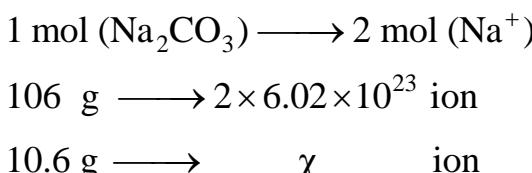
$$\therefore \chi = \frac{90 \times 22.4}{36} = 56 \text{ L}$$

الإجابة

احسب عدد أيونات الصوديوم الناتجة من تأين 10.6 g كربونات الصوديوم تماماً طبقاً للمعادلة التالية :  
[H=1 , O=16]



الإجابة



$$\begin{aligned} \therefore \chi &= \frac{10.6 \times 2 \times 6.02 \times 10^{23}}{106} \\ &= 1.204 \times 10^{23} \text{ ion} \end{aligned}$$

$$(at \text{ STP}) \quad \frac{\text{الكتلة المولية (g/mol)}}{\text{حجم المول الواحد (22.4 L/mol)}} = \text{كثافة الغاز (g/L)} \quad 4$$

مثال (6)

احسب الكتلة الجزيئية لغاز كثافته (at STP) 1.5 g/L

الإجابة

$$\text{الكتلة الجزيئية} = \text{كثافة الغاز} \times 22.4 \times 1.5 = 33.6 \text{ g/mol}$$

مثال (7)

احسب كثافة غاز الأكسجين ( $O_2$ ) وكثافة غاز ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) تحت الظروف القياسية [C=12, O=16] (at STP)

الإجابة

$$\therefore \text{الكتلة الجزيئية لغاز الأكسجين} (O_2) = 2 \times 16 = 32 \text{ g}$$

$$\therefore \text{كثافة غاز الأكسجين} (O_2) = \frac{32}{22.4} = 1.43 \text{ g/L}$$

$$\therefore \text{الكتلة الجزيئية لغاز ثاني أكسيد الكربون} (CO_2) = (2 \times 16) + 12 = 44 \text{ g}$$

$$\therefore \text{كثافة غاز ثاني أكسيد الكربون} (CO_2) = \frac{44}{22.4} = 1.96 \text{ g/L}$$

$$5 \quad \frac{\text{التركيز المولاري (M)}}{\text{حجم محلول (L)}} = \frac{\text{عدد المولات (mol)}}{\text{حجم محلول (L)}}$$

مثال (8)

احسب التركيز المولاري لمحلول سكر القصب  $C_{12}H_{22}O_{11}$  في الماء إذا علمت أن كتلة السكر المذابة [C=12, H=1, O=16] في محلول حجمه 0.5 L هي 85.5 g

الإجابة

$$\text{الكتلة المولية لسكر القصب} = (12 \times 12) + (22 \times 1) + (16 \times 11) = C_{12}H_{22}O_{11}$$

$$\text{عدد مولات السكر} = \frac{85.5}{342} = \frac{\text{كتلة المادة بالграмм}}{\text{الكتلة المولية}}$$

$$\text{المolarية (M)} = \frac{0.25 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 0.5 \text{ mol / L}$$

$$6 \quad \text{النسبة المئوية الكتيلية لعنصر في مركب} = \frac{\text{كتلة العنصر في مول من المركب}}{\text{كتلة المولية للمركب}} \times 100$$

مثال (9)

احسب النسبة المئوية لكل عنصر في مركب نترات الأمونيوم ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )  
[H=1 , O=16 , N=14]

الإجابة

$$\begin{aligned} \text{الكتلة المولية (الجزيئية) لـ } \text{NH}_4\text{NO}_3 &= (4 \times \text{H}) + (2 \times \text{N}) + (3 \times \text{O}) = 80 \text{ g} \\ &= (4 \times 1) + (2 \times 14) + (3 \times 16) = 80 \text{ g} \\ \text{النسبة المئوية للنيتروجين} &= \frac{\text{الكتلة المولية للنيتروجين (28)}}{\text{الكتلة المولية لنترات الأمونيوم (80)}} \times 100 = 35 \% \\ \text{النسبة المئوية للأكسجين} &= \frac{\text{الكتلة المولية للأكسجين (48)}}{\text{الكتلة المولية لنترات الأمونيوم (80)}} \times 100 = 60 \% \\ \text{النسبة المئوية للهيدروجين} &= \frac{\text{الكتلة المولية للهيدروجين (4)}}{\text{الكتلة المولية لنترات الأمونيوم (80)}} \times 100 = 5 \% \end{aligned}$$

$$7 \quad \text{النسبة المئوية الكتيلية لمركب في عينة غير ندية} = \frac{\text{كتلة المركب في العينة}}{\text{كتلة العينة غير الندية}} \times 100$$

مثال (10)

إذا كانت كتلة عينة من كلوريد الكالسيوم المتهررت  $\text{CaCl}_2 \cdot \text{XH}_2\text{O}$  هي 1.47 g وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت 1.11 g ، احسب النسبة المئوية لماء التبلر من الكلوريد المتهررت.

الإجابة

$$\begin{aligned} \text{كتلة ماء التبلر} &= 1.11 - 1.47 = 0.36 \text{ g} \\ \text{النسبة المئوية لماء التبلر} &= \frac{0.36}{1.47} \times 100 = 24.49 \% \end{aligned}$$

$$8 \quad \text{النسبة المئوية للناتج الفعلي بالنسبة للناتج النظري} = \frac{\text{كتلة المركب في العينة}}{\text{كتلة العينة غير الندية}} \times 100$$

## Quantitative analysis

## ثانياً : التحليل الكمي

## (١) التحليل الكمي الدجمي Quantitative analysis of volumetric

## الأسس العلمي :

تعتمد على قياس حجم المواد المراد تقديرها وذلك بإضافة حجماً معلوماً من المادة المراد تحديد تركيزها إلى محلول من مادة معلومة الحجم والتركيز (المحلول القياسي) حتى يتم التفاعل الكامل بين المادتين.

## • المحلول القياسي •

محلول معلوم الحجم والتركيز يستخدم لتعيين تركيز محلول آخر مجهول التركيز

## • المعايرة •

عملية تعيين تركيز حمض أو (قاعدة) بمعلومية الحجم اللازم منه للتعادل مع قاعدة أو (حمض) معلوم الحجم والتركيز

أو : إضافة حجم معلومة من مادة معلومة التركيز إلى محلول مادة أخرى معلومة الحجم ومجهولة التركيز

• لاختيار محلول القياسي يجب معرفة التفاعل المناسب بين محلولي المادتين وهذه التفاعلات قد تكون :

(١) تفاعلات التعادل : تستخدم في تقدير الأحماض والقلويات (القواعد).

(٢) تفاعلات الأكسدة والاختزال : تستخدم في تقدير المواد المؤكسدة والمختزلة.

(٣) تفاعلات الترسيب : تستخدم في تقدير المواد التي يمكن أن تعطي نواتج شحيبة الذوبان في الماء.

مثال : إذا كانت المادة المراد تقديرها حامضاً يستخدم في المعايرة محلول قياسي من قلوي أو قاعدة (هيدروكسيد الصوديوم أو كربونات الصوديوم)

وإذا كانت المادة المراد تقديرها ذات خصائص قاعدية يستخدم محلول قياسي معلوم التركيز من الحمض لمعايرتها ... وهكذا.

• وللتعرف على نقطة نهاية التفاعل (End Point) تستخدم أدلة (Indicators) لتحديد نهاية التفاعل حيث يتغير لونها بتغيير وسط التفاعل.

## • نقطة التعادل •

النقطة التي يتم عندها تام تفاعل التعادل بين الحمض والقاعدة

## • الأدلة •

مواد تستخدم للتعرف على نقطة نهاية التفاعل بتغيير لونها بتغيير وسط التفاعل

• الأدلة المستخدمة في تفاعلات التعادل :

الدليل	اللون في الوسط الحامضي	اللون في الوسط المتعادل	اللون في الوسط القاعدي	الوسط المستخدم في قياسه
الميثيل البرتقالي	أحمر	برتقالي	أصفر	قاعدة ضعيفة - حمض قوي
الفينولفيتاليزن	عديم اللون	عديم اللون	أحمر	قاعدة قوية - حمض ضعيف
عبد الشمس	أحمر	أرجواني	أزرق	قاعدة قوية - حمض قوي
أزرق بروموثيمول	أصفر	أخضر فاتح	أزرق	قاعدة قوية - حمض قوي

**تدريب عملي :** تقدير محلول من هيدروكسيد الصوديوم مجهول التركيز مع محلول قياسي معلوم

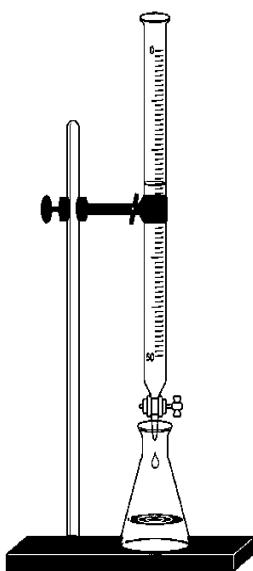
### التركيز من حمض الهيدروكلوريك

① ينقل حجم معلوم (25 mL) من هيدروكسيد الصوديوم إلى دورق مخروطي باستخدام ماصة.

② يضاف إليه قطرتين من محلول دليل مناسب مثل (محلول عباد الشمس أو أزرق بروموثيمول).

③ تملئ السحاحة بالمحلول القياسي من حمض الهيدروكلوريك تركيز (0.1 mol/L).

④ يُضاف محلول الحمض بالتدريج إلى محلول الفلوي حتى يتغير لون الدليل مشيراً إلى نهاية التفاعل (نقطة التعادل) الذي يمكن تمثيله على النحو التالي :



⑤ إذا افترضنا أن حجم الحمض المضاف من السحاحة (21 mL)

$$\text{فإن عدد المولات من الحمض المضاف} = \frac{21 \times 0.1}{1000} = \frac{\text{M} \times \text{V}}{1000}$$

وهذا يعني أن عدد المولات من هيدروكسيد الصوديوم الموجودة في 25 mL من محلول

$$2.1 \times 10^{-3} \text{ mol} =$$

$$0.084 \text{ mol/L} = \frac{2.1 \times 10^{-3} \times 1000}{25}$$

وبالتالي فإن تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم = 0.084 mol/L

أو

$$⑤ \text{ ولتبسيط طريقة الحساب تستخدم العلاقة : } \frac{\text{M}_a \text{V}_a}{\text{n}_a} = \frac{\text{M}_b \text{V}_b}{\text{n}_b}$$

حيث أن :

تركيز الفلوي المستخدم (mol/L)	$\text{M}_b$	تركيز الحمض المستخدم (mol/L)	$\text{M}_a$
حجم الفلوي المستخدم في المعايرة (mL)	$\text{V}_b$	حجم الحمض المستخدم في المعايرة (mL)	$\text{V}_a$
عدد مولات الفلوي في معادلة التفاعل المتزنة	$\text{n}_b$	عدد مولات الحمض في معادلة التفاعل المتزنة	$\text{n}_a$

وفي التفاعل السابق فإن :

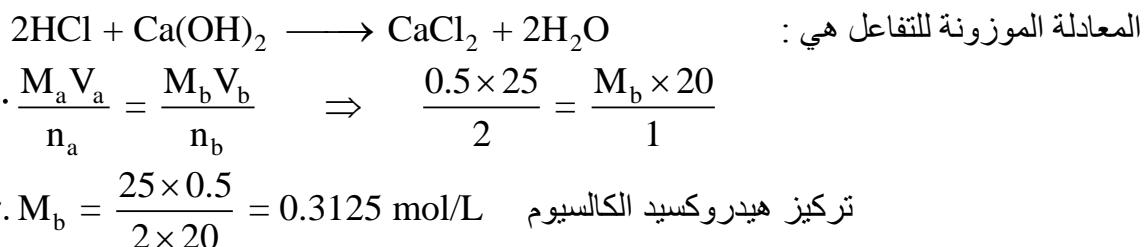
$$\frac{\text{M}_a \text{V}_a}{\text{n}_a} = \frac{\text{M}_b \text{V}_b}{\text{n}_b}$$

$$\frac{0.1 \times 21}{1} = \frac{\text{M}_b \times 25}{1} \Rightarrow \therefore \text{M}_b = \frac{21 \times 0.1}{25} = 0.084 \text{ mol/L}$$

### مثال (11) \*

أجريت معايرة (20) mL من محلول هيدروكسيد الكالسيوم  $\text{Ca(OH)}_2$  باستخدام حمض الهيدروكلوريك (0.5 mol/L) وعند تمام التفاعل استهلك (25 mL) من الحمض ، احسب التركيز المولاري لهيدروكسيد الكالسيوم (mol/L).

### الإجابة



مثال (12)

احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة في 10 mL ، تعادلت مع 20 mL من حمض الكبريتيك  
[Na=23 , O=16 , H=1] 0.22 mol/L

(0.352 g)

أجب بنفسك

مثال (13)

مخلوط من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد الصوديوم وكلوريد الصوديوم ، لزム لمعايرة (0.1 g) منه حتى تمام التفاعل (10 mL) من حمض الهيدروكلوريك (0.1 mol/L) ، احسب النسبة المئوية لهيدروكسيد الصوديوم في المخلوط [Na=23 , O=16 , H=1]

الإجابة

: عدد المولات = التركيز (mol/L) × الحجم (L)

$$\therefore \text{عدد مولات حمض الهيدروكلوريك المتفاعلة} = \frac{0.1 \times 10}{1000} = 0.001 \text{ mol}$$

يتفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك وفقاً للتفاعل الآتي :



ومن التفاعل السابق نجد أن عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم تساوي عدد مولات حمض الهيدروكلوريك وبذلك فإن عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم المتفاعلة = 0.001 mol

$$1 \text{ mol (NaOH)} \longrightarrow 40 \text{ g}$$

$$0.001 \text{ mol (NaOH)} \longrightarrow \chi \text{ g}$$

كتلة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط (χ) = 0.001 × 40 = 0.04 g

$$\text{نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط} = \frac{0.04}{0.1} \times 100 = 40\%$$

كيف تستخدم قانون  
المعايرة التعادل في  
حل هذه المسألة ؟

مثال (14)

عينة من مادة صلبة تحتوي خليط من هيدروكسيد الصوديوم وكبريتات الصوديوم ، عوير محلول منه يحتوي على (0.2 g) حتى تمام التفاعل فلزم (12 mL) من حمض الكبريتيك (0.1 mol/L) ، احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في العينة [Na=23 , O=16 , H=1] (أزهر ثان ١٠)

(48%)

أجب بنفسك

## Quantitative analysis mass

## (٤) التحليل الكمي الكتلي

الأساس العلمي :

يعتمد التحليل الكتلي على فصل المكون المراد تقديره، ثم تعين كتلته وباستخدام الحساب الكيميائي يمكن حساب كميته، ويتم فصل هذا المكون بإحدى طريقتين

(ب) طريقة الترسيب

(أ) طريقة التطاير

## Volatilization

## (١) طريقة التطاير

الأساس العلمي :

تبني فكرتها على تطاير العنصر أو المركب المراد تقديره وتجري عملية التقدير إما بجمع المادة المتطايرة وتعين كتلتها أو بتعين مقدار النقص في كتلة المادة الأصلية.

## مثال (١٥)

إذا كانت كتلة عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت  $\text{BaCl}_2 \cdot \text{XH}_2\text{O}$  هي 2.6903 g وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجئت g 2.2923 ، احسب النسبة المئوية لماء التبلر من الكلوريد المتهدرت ، [O=16 , H=1 , Cl=35.5 , Ba=137] ثم أوجد الصيغة الجزيئية للملح المتهدرت

## الإجابة

كتلة كلوريد الباريوم المتهدرت (BaCl<sub>2</sub>.XH<sub>2</sub>O) = 2.6903 g

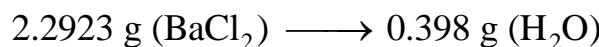
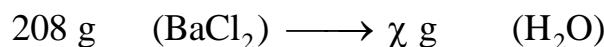
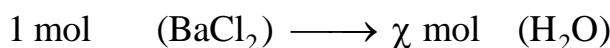
كتلة كلوريد الباريوم (BaCl<sub>2</sub>) = 2.2923 g

كتلة ماء التبلر = 2.2923 - 2.6903 = 0.398 g

نسبة الماء التبلر =  $\frac{0.398}{2.6903} \times 100 = 14.79\%$

BaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	كتلة المادة
2.2923 g	0.398 g	كتلة الماء
(2×35.5) + 137 = 208 g	16 + 2 = 18 g	كتلة الماء
$\frac{2.2923}{208} = 0.011 \text{ mol}$	$\frac{0.398}{18} = 0.022 \text{ mol}$	عدد المولات
$\frac{0.011}{0.011} = 1$	$\frac{0.022}{0.011} = 2$	نسبة المولات
<b>BaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O</b>		الصيغة الجزيئية

حل آخر



$$\text{كتلة ماء التبلر} = \frac{0.398 \times 208}{2.2923} = 36.114 \text{ g}$$

$$\text{الكتلة المولية للماء} = (16 \times 1) + (1 \times 2) = 18 \text{ g/mol}$$

$$\text{عدد مولات جزيئات ماء التبلر} = \frac{36.114}{18} = 2.006 \text{ mol}$$

الصيغة الجزيئية لكlorيد الباريوم المتهدرت هي **BaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O**

**مثال (16)**

إذا كانت كتلة زجاجة فارغة 24.3238 g وكتلتها وبها عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت [O=16, H=1, Cl=35.5, Ba=137] وكتلتها بعد التسخين وثبوت الكتلة 27.0902 g احسب ما يلي :

- (١) نسبة ماء التبلور في كلوريد الباريوم المتهدرت
- (٢) عدد جزيئات ماء التبلور في جزيء كلوريد الباريوم المتهدرت
- (٣) الصيغة الكيميائية لكلوريد الباريوم المتهدرت

( 14.75% - 2 mol - BaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O )**أجب بنفسك****(ب) طريقة الترسيب:**

الأساس العلمي : تعتمد هذه الطريقة على :

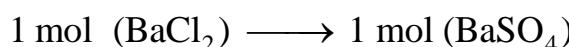
- ① ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقي غير قابل للذوبان ذو تركيب كيميائي معروف وثابت.
  - ② يفصل هذا المركب عن محلول بالترشيح على ورقة ترشيح عديمة الرماد نوع من ورق الترشيح يحرق احتراقاً كاملاً ولا يترك رماد
  - ③ تنقل ورقة الترشيح وعليها الراسب في بوقنة احتراق وتحرق تماماً حتى تتطاير مكونات ورقة الترشيح ويبقى الراسب
  - ④ من كتلة الراسب يمكن تحديد كتلة العنصر أو المركب
- مثال : ترسيب الباريوم على صورة كبريتات الباريوم

**مثال (17)**

أضيف محلول كبريتات الصوديوم إلى محلول من كلوريد الباريوم حتى تمام ترسيب كبريتات الباريوم وتم فصل الراسب بالترشيح والتجفيف فوجد أن كتلته = 2 g ، احسب كتلة كلوريد الباريوم في محلول [ O=16 , S=32 , Cl=35.5 , Ba=137 ]

**الإجابة**

يجب كتابة معادلة التفاعل موزونة ثم تحسب الكتل المولية للمواد المطلوب إيجاد العلاقة بينها وهي هنا كلوريد وكبريتات الباريوم



$$208 \text{ g} \longrightarrow 233 \text{ g}$$

$$\chi \text{ g} \longrightarrow 2 \text{ g}$$

$$\chi = \frac{2 \times 208}{233} = 1.785 \text{ g} \quad (\text{كتلة كلوريد الباريوم})$$

## تقدير الدرس الثاني «التحليل الكمي»

العلامة تدل على كتاب المدرسة

العلامة تدل على دليل التقويم

### ١ اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات الآتية :

- (١) عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات الموجودة في مول واحد من المادة.
  - (٢) مجموع كتل الذرات الداخلة في تركيب الجزيء.
  - (٣) كمية المادة التي تحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات (جزيئات أو ذرات أو أيونات أو وحدات الصيغة أو إلكترونات).
  - (٤) مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة في تركيب الجزيء أو وحدة الصيغة مقدرة بوحدة الجرام.  
\* الكتلة الذرية أو الجزيئية مقدرة بوحدة الجرام.
  - (٥) النسبة بين كتلة المادة بالграмм إلى الكتلة المولية.  
\* النسبة بين عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدة الصيغة إلى عدد أفوجادرو.  
\* النسبة بين حجم الغاز باللتر إلى حجم المول الواحد في (STP)
  - (٦) النسبة بين الكتلة المولية إلى حجم المول الواحد في (STP)
  - (٧) عدد مولات المادة المذابة في لتر من محلول.
  - (٨) محلول يحتوي اللتر منه على مول واحد من المادة المذابة.
  - (٩) النسبة المئوية بين كتلة العنصر في مول من المركب إلى الكتلة المولية للمركب.
  - (١٠) النسبة المئوية بين كتلة المركب في العينة إلى كتلة العينة غير النقية.
  - (١١) تحليل كيميائي يعتمد على قياس حجوم المواد المراد تقديرها.
  - (١٢) محلول معلوم الحجم والتركيز يستخدم لتعيين تركيز محلول آخر مجهول التركيز.
  - (١٣) عملية تعيين تركيز حمض أو (قاعدة) بمعلومية الحجم اللازم منه للتعادل مع قاعدة أو (حمض) معلوم الحجم والتركيز.  
\* إضافة حجوم معلومة من مادة معلومة التركيز إلى محلول مادة أخرى معلومة الحجم ومجهولة التركيز.
  - (١٤) التفاعلات التي تستخدم في تقدير الأحماض والقلويات (القواعد).
  - (١٥) التفاعلات التي تستخدم في تقدير المواد المؤكسدة والمختزلة.
  - (١٦) التفاعلات التي تستخدم في تقدير المواد التي تعطي نواتج شحيدة الذوبان في الماء
- (السودان أول ١٤ ، محمد أول ١٤)  
(تجريبي ١٤)
- (١٧) النقطة التي يتم عندها تمام تفاعل التعادل بين الحمض والقاعدة.
  - (١٨) عملية إضافة حجوم معلومة من مادة معلومة التركيز إلى محلول مادة أخرى مجهولة التركيز
  - (١٩) مواد كيميائية تستخدم للتعرف على نقطة نهاية التفاعل بتغيير لونها بتغيير وسط التفاعل.
  - (٢٠) الدليل الذي يعطي في الوسط الحمضي لون أصفر وفي الوسط القاعدي لون أزرق (في حدود دراستك)  
(السودان أول ١٤)
  - (٢١) الدليل المناسب لمعاييره قاعدة قوية بحمض قوي.
  - (٢٢) الدليل المناسب لمعاييره قاعدة ضعيفة بحمض قوي.
  - (٢٣) الدليل المناسب لمعاييره قاعدة قوية بحمض ضعيف.
  - (٢٤) تحليل كيميائي يعتمد على فصل المكون المراد تقاديره، ثم تعيين كتلته.
  - (٢٥) طريقة للتحليل الوزني تعتمد على تطوير العنصر أو المركب المراد تقاديره.
  - (٢٦) طريقة للتحليل الوزني تعتمد على تقادير العنصر أو المكون على هيئة مركب نقي غير قابل للذوبان وذو تركيب كيميائي معروف وثابت.
  - (٢٧) نوع من ورق الترشيح يحرق احتراقاً كاملاً ولا يترك رماد.

## ٢ علل لما يأتي :

- [O=16 , H=1] (١) تساوي عدد جزيئات g 2 من غاز (H<sub>2</sub>) مع 32 من غاز (O<sub>2</sub>) (٢) عدد ذرات 2g من الهيدروجين تساوي عدد ذرات 32g من الأكسجين في (STP) (٣) اللتر من غاز الكلور أو الأكسجين يحتوي على نفس عدد الجزيئات في (STP) (٤) الحجم الذي يشغله 2g من غاز (H<sub>2</sub>) هو نفس الحجم الذي يشغله 28g من غاز (N<sub>2</sub>) [N=14 , H=1] (٥) اختلاف عدد ذرات L 22.4 من غاز الأكسجين عن عدد ذرات نفس الحجم من غاز ثاني أكسيد الكربون في (STP) (٦) كثافة غاز (CO<sub>2</sub>) أكبر من كثافة غاز (O<sub>2</sub>) [C=12 , O=16] (٧) غاز الهيدروجين (H<sub>2</sub>) أقل الغازات كثافة في (STP) (٨) لا يستخدم مادة قاعدية للتمييز بين دليل عباد الشمس ودليل أزرق بروموميثيلو. (الأزهر أول ٩ ، تجلي ١٠ ، السوداه أول ١٤) (٩) لا يستخدم مادة حمضية للتمييز بين دليل الميثيل البرتقالي وعباد الشمس. (١٠) عدم استخدام دليل الفينولفيناليين للكشف عن الوسط الحامضي (١١) عدم استخدام دليل الفينولفيناليين للكشف عن الأوساط المتعادلة. (١٢) استخدام الأدلة الكيميائية في تفاعلات المعايرة بين الأحماض والقواعد. (١٣) استخدام ورق ترشيح عديم الرماد عند إجراء التحليل الكيميائي بطريقة الترسيب. (السوداه أول ١٤)

## ٣ ما المقصود بكل من :

[Cl=35.5 , H=1]  
( مصدر أول ١٤)

- (١) كثافة الهيليوم 0.178 g/L  
(٢) محلول حمض الهيدروكلوريك تركيزه ١٪ مolar  
(٣) محلول هيدروكسيد الصوديوم المائي تركيزه ٪٥  
(٤) طريقة التطوير في التحليل الكمي.  
(٥) طريقة الترسيب في التحليل الكمي.  
(٦) المعايرة.  
(٧) الأدلة.  
(٨) نقطة التعادل.  
(٩) تفاعلات التعادل.

## ٤ اكتب العلاقة الرياضية الدالة على كل من :

- (١) عدد مولات المادة وكتلتها بوحدة (g)  
(٢) عدد مولات المادة وعدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدة الصيغة.  
(٣) عدد مولات الغاز وحجمه باللتر عند معدل الضغط ودرجة الحرارة القياسية.  
(٤) الكتلة المولية لغاز كثافته (g/L) عند معدل الضغط ودرجة الحرارة.  
(٥) تركيز محلول (mol/L) وكل من عدد المولات المذاب وحجم محلول (L)  
(٦) النسبة المئوية الكتالية لعنصر في مركب.  
(٧) النسبة المئوية الكتالية لمركب في عينة غير ندية.  
(٨) النسبة المئوية للناتج الفعلي بالنسبة للناتج النظري.  
(٩) حجم وتركيزات كل من الحمض والفلوي عند تمام تعادلها في عملية المعايرة.  
(١٠) النسبة المئوية لماء التبلير في عينة متهدمة.

(الأزهر أول ٩ ، تجلي ١٠ ، مصدر ثان ١١)

**٦ أسئلة متنوعة :**

- (السودان أول ٠٧ ، مصدر ثان ٠٨ ، السودان أول ١٠)  
 (١) ما دور الأدلة الكيميائية في عملية المعايرة  
 (٢) اذكر استخدام واحد : لعدد أفوجادرو  
 (٣) وضح خطوات حساب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم بمحلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك  
 (السودان أول ٠٨ ، الأزهر أول ١٢)  
 (٤) كيف تميز عملياً بين كل من :  
 (أ) محلول عباد الشمس ومحلول الفينولفتالين  
 (ب) محلول الميثيل البرتقالى ومحلول عباد الشمس  
 (ج) محلول عباد الشمس ومحلول أزرق بروموثيمول  
 (د) محلول هيدروكسيد الصوديوم ومحلول حمض الهيدروكلوريك (باستخدام دليل أزرق بروموثيمول)  
 (٥) قارن بين كل من :  
 (أ) الأساس العلمي الذي بني عليه التحليل الكمي الوزني بطريقتي (التطاير - الترسيب)  
 (الأنهار أول ١٤)  
 (ب) التحليل الكمي والتحليل الكيفي.

**٧ اجب عن المسائل التالية :****مسائل التراكم المعرفي :**

- (١) احسب كتلة الأمونيا الناتجة من تسخين 3.7 g من هيدروكسيد الكالسيوم مع كمية كافية من كلوريد الأمونيوم  

$$2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2$$
  
 (السودان ثان ٠٧) [H=1 , N=14 , O=16 , Ca=40]  
 (1.7 g)

- (٢) احسب كتلة غاز ثاني أكسيد الكربون المتتصاعد من تفاعل 1 g من كربونات الكالسيوم مع وفرة من حمض الهيدروكلوريك  

$$2\text{HCl} + \text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$
  
 (السودان أول ٠٩) [O=16 , C=12 , Ca=40]  
 (0.44 g)

- (٣) احسب كتلة الماء الناتج عن احتراق 1 g من الجلوكوز ? (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)  
 [H=1 , O=16 , C=12] 
$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$
  
 (0.6 g)

- (٤) احسب العدد الكلي للجزيئات الموجودة في 34 g من غاز النشادر (NH<sub>3</sub>)  
 [N=14 , H=1] (1.204 × 10<sup>24</sup> molecule)

- (٥) احسب عدد جزيئات غاز الأكسجين الناتج من تسخين 21.3 g من كلورات الصوديوم (NaClO<sub>3</sub>)  
 (NaClO<sub>3</sub>) 
$$2\text{NaClO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NaCl} + 3\text{O}_2$$
  
 إلى كلوريد صوديوم وأكسجين  
 (الأنهار أول ١٤) [Na=23 , Cl=35.5 , O=16]  
 (1.806 × 10<sup>23</sup> molecule)

(٦) احسب عدد الأيونات الكلية الناتجة عن الذوبان  $g$  7.1 من كبريتات الصوديوم في الماء.

(مصدر ثان٠٧ ، الأزهر أول٠٩)



$(9.03 \times 10^{22} \text{ ion})$

(٧) احسب كتلة أكسيد الكالسيوم الناتج من تحلل  $g$  50 من كربونات الكالسيوم حرارياً ، ثم احسب حجم

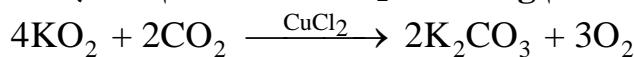


(مصدر ثان٠٩)

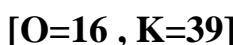


$(28 \text{ g} - 11.2 \text{ L})$

(٨) مركب سوبر أكسيد البوتاسيوم  $KO_2$  يستخدم في تنقية الهواء الجوي من ثاني أكسيد الكربون في الأجواء المغلقة، فإذا استخدم  $g$  14.2 من  $KO_2$  ، احسب حجم الأكسجين المتكون بالتلتر.



(مصدر أول٠٩)



$(3.36 \text{ L})$

(٩) احسب حجم غاز الأكسجين في معدل الضغط ودرجة الحرارة اللازم لحرق  $L$  8 من غاز الأسيتين

احتراقاً تماماً تبعاً للمعادلة  $2C_2H_2 + 5O_2 \xrightarrow{\Delta} 4CO_2 + 2H_2O$

$(20 \text{ L})$

(١٠) كثافة غازين (أ) ، (ب) عند الظروف القياسية هما  $g/L$  3.17 ،  $0.089$  على التوالي ،

احسب الكتل الجزئية لكل من الغازين.

$(2 \text{ g/mol} - 71 \text{ g/mol})$

(١١) احسب تركيز المحلول الناتج من إذابة  $g$  5.3 من كربونات الصوديوم في الماء إذا كان حجم

المحلول الناتج  $500 \text{ mL}$

$(0.1 \text{ mol/L})$

(١٢) احسب النسبة المئوية لكتلة الأكسجين في الكحول الميثيلي  $(CH_3OH)$

$[C=12 , O=16 , H=1]$

$(50 \%)$

(١٣) احسب كتلة الحديد الموجودة في طن (1000 kg) من خام الهيماتيت  $Fe_2O_3$  إذا علمت أن نسبة

الحديد في الخام  $58\%$

$(580 \text{ Kg})$

(١٤) يحتوي خام الهيماتيت على  $45\%$  من أكسيد الحديد (III)  $(Fe_2O_3)$  كم كيلو جرام من الخام يلزم



(مصدر أول٠٧)

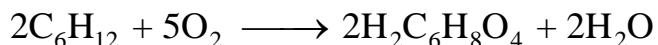


$(3174.6 \text{ kg})$

(١٥) يعتبر حمض الأدييك  $(H_2C_6H_8O_4)$  مادة خام تستخدم في صناعة النايلون ، ويحضر هذا

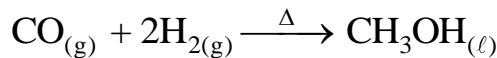
الحمض في الصناعة بأكسدة السيكلو هكسان  $(C_6H_{12})$  من خلال التفاعل التالي :

$[C=12 , O=16 , H=1]$



- (١) في إحدى التفاعلات السابقة استهلك  $g$  25 من السيكلو هكسان تماماً ، احسب كتلة حامض الأديبيك الناتج نظرياً.  
 (٤٣.٤٥ g)
- (٢) إذا علمت أن الناتج الفعلي من حامض الأديبيك في التفاعل السابق هو  $g$  33.5 ، ما هي النسبة المئوية للناتج ؟  
 (٧٧.١ %)

(٦) ينتج الكحول الميثيلي تحت ضغط عالي من خلال التفاعل التالي :



فإذا نتج  $g$  6.1 من الكحول الميثيلي من تفاعل  $g$  1.2 من الهيدروجين مع وفرة من أول أكسيد الكربون،  
 $[\text{C}=12, \text{H}=1, \text{O}=16]$   
 احسب النسبة المئوية للناتج الفعلي.  
 (٦٤%)

#### مسائل التحليل الحجمي بطريقة معايرة التعادل :

(٧) أجريت معايرة لمحلول هيدروكسيد الصوديوم  $\text{mL}$  25 مع حمض الكبريتيك  $0.1 \text{ mol/L}$  فكان حجم الحمض المستهلك عند نقطة التكافؤ هو  $\text{mL}$  8 احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم.  
 (0.064 mol/L)

(٨) أجريت معايرة  $\text{mL}$  20 من محلول هيدروكسيد الكالسيوم  $\text{Ca(OH)}_2$  باستخدام حمض الهيدروكلوريك  $0.05 \text{ mol/L}$  وعند تمام التفاعل استهلك  $\text{mL}$  25 من الحمض ، احسب تركيز هيدروكسيد الكالسيوم.  
 (مصدر أول ١٠)  
 (0.03125 mol/L)

(٩) احسب حجم حمض الهيدروكلوريك  $0.1 \text{ mol/L}$  اللازم لمعايرة  $\text{mL}$  20 من محلول كربونات الصوديوم  $0.5 \text{ mol/L}$  حتى تمام التفاعل.  
 (200 mL)

(١٠) احسب حجم حمض الهيدروكلوريك  $0.2 \text{ mol/L}$  اللازم لمعايرة  $\text{mL}$  20 من محلول كربونات الصوديوم  $0.4 \text{ mol/L}$  حتى تمام التفاعل.  
 (السودان أول ٠٧)  
 (80 mL)

(١١) احسب حجم حمض  $4 \text{ mol/L}$  من حمض (HCl) بالملليلتر اللازم لمعادلة  $\text{mL}$  60 من محلول  $3.2 \text{ mol/L}$  من (NaOH)  
 (مصدر أول ٢٠)  
 (48 mL)

(١٢) احسب حجم محلول حمض الكبريتيك  $0.4 \text{ mol/L}$  اللازم لمعادلة  $\text{mL}$  20 من محلول هيدروكسيد الصوديوم  $0.2 \text{ mol/L}$  حتى نقطة التكافؤ.  
 (مصدر أول ٠٧)  
 (5 mL)

(١٣) احسب تركيز  $10 \text{ mL}$  من حمض الكبريتيك تفاعلاً تماماً مع  $16 \text{ mL}$  من هيدروكسيد الصوديوم  
 (السودان ثان ٠٧)  
 تركيزه  $0.2 \text{ mol/L}$   
 (0.16 mol/L)

(١٤) أُوجد كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة في  $\text{mL}$  25 والتي تستهلك عند معايرة  $\text{mL}$  15 من حمض الهيدروكلوريك  $0.1 \text{ mol/L}$  (مصدر أول ١١)  
 [Na=23, O=16, H=1] (مصدر أول ١١)  
 (و) (0.06)

(٢٥) أذيب 4 g من هيدروكسيد الصوديوم في 500 mL من الماء فتعادل 20 mL من هذا محلول مع 10 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك، احسب تركيز الحمض.

(الأزهر تان ١٣)  
(0.4 mol/L)

$$[Na=23, O=16, H=1]$$

(٢٦) أضيف 50 mL من حمض الهيدروكلوريك إلى محلول نترات الفضة فترسب 2.87 g من كلوريد الفضة، احسب حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.5 mol/L والذي يتعادل تماماً مع 20 mL من هذا الحمض.

(الأزهر تان ١٤)  
[Ag=108, Cl=35.5, H=1]

(20 %)

(٢٧) مخلوط من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد صوديوم وكلوريد صوديوم لزム لمعايرة 0.2 g حتى تمام التفاعل 10 mL من 0.1 mol/L من حمض الهيدروكلوريك ، احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط.

(مصدر أول ٠٧)  
[Na=23, O=16, H=1]

(20 %)

(٢٨) مخلوط من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد صوديوم وكلوريد صوديوم لزム لمعايرة 0.1 g منه حتى تمام التفاعل 10 mL من 0.1 mol/L من حمض الهيدروكلوريك ، احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط.

[Na=23, O=16, H=1]

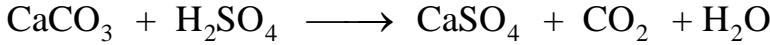
(40 %)

(٢٩) 2 g من خليط من مادة صلبة تحتوي على كربونات الصوديوم وكلوريد الصوديوم تمت معايرتها مع محلول حمض هيدروكلوريك 0.2 mol/L فلزم 100 mL من الحمض لإتمام التفاعل، احسب النسبة المئوية لكlorيد الصوديوم في الخليط.

(الأزهر أول ١٣)  
[Na=23, C=12, O=16, Cl=35.5, H=1]

(47 %)

(٣٠) أضيف 10 mL من 0.1 mol/L حمض كبريتيك إلى 0.2 g من عينة غير ندية من كربونات الكالسيوم حتى تمام التفاعل احسب نسبة كربونات الكالسيوم في العينة علمًا بأن معادلة التفاعل هي :



(مصدر تان ١٠)  
[Ca=40, C=12, O=16, S=32, H=1]

(50 %)

### مسائل التحليل الكتلي بطريقة التطابير :

(٣١) يستخدم كلوريد الكالسيوم اللامائي ( $CaCl_2$ ) كمادة نازعة للماء في المجففات المعملية أخذت عينة من كلوريد الكالسيوم المتهدرت ( $CaCl_2 \cdot XH_2O$ ) كتلتها 1.47 g وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها وأصبحت 1.11 g ، احسب عدد مولات جزيئات ماء التبلور في العينة المتهدرة واستربط صيغته الجزيئية.

(مصدر أول ٠٨)  
[Ca=40, Cl=35.5, H=1, O=16]

( $CaCl_2 \cdot 2H_2O - 2 \text{ mol}$ )

(٣٢) إذا كانت كتلة عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت  $BaCl_2 \cdot XH_2O$  هي 2.6903 g وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت 2.2923 g ، احسب النسبة المئوية لماء التبلور من الكلوريد المتهدرت ، ثم أوجد عدد مولات جزيئات ماء التبلور وصيغته الجزيئية.

(السودان أول ١٤)  
[O=16, H=1, Cl=35.5, Ba=137]

( $CaCl_2 \cdot 2H_2O - 2 \text{ mol}$ )

(٣٣) إذا كانت كتلة عينة من كبريتات النحاس المائية  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{XH}_2\text{O}$  هي 2.495 g وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت 1.595 g ، أوجد عدد مولات جزيئات ماء التبلور والصيغة الجزيئية لها [Cu=63.5 , S=32 , H=1 , O=16] (الأزهر ثان)

(5 mol -  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )

(٤) احسب عدد مولات جزيئات ماء التبلور ، واتكتب الصيغة الجزيئية لبلورات كلوريد الحديد (III) من  $[\text{Fe}=56 , \text{Cl}=35.5 , \text{H}=1 , \text{O}=16]$  نتائج التجربة الآتية :

① كتلة زجاجة الوزن فارغة = 9.375 g

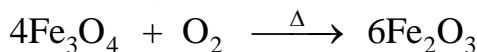
② كتلة الزجاجة + كلوريد الحديد (III) المتهدر = 10.7275 g

③ كتلة الزجاجة بعد التسخين = 10.1875 g

( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  - 6 mol)

### مسائل التحليل الكتلي بطريقة الترسيب :

(٥) عند أكسدة 0.5 g من خام المغنتيت  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ليتحول إلى أكسيد حديد (III) نتج 0.411 g من  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  احسب النسبة المئوية للأكسيد الأسود  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  في الخام. [Fe=56 , O=16]



(79.46 %)

(٦) أذيب 2 g من كلوريد الصوديوم غير النقي في الماء وأضيف إليه وفرة من نترات الفضة فترسب 4.628 g من كلوريد الفضة احسب نسبة الكلور في العينة (الأزهر أول ١١ ، محمد ثان ١١)

(57.25%)  $[\text{Na}=23 , \text{Cl}=35.5 , \text{Ag}=108 , \text{N}=14 , \text{O}=16]$

(٧) أذيب 4 g من كلوريد الصوديوم غير النقي في الماء وأضيف إليه وفرة من محلول نترات الفضة فترسب 9.256 g من كلوريد الفضة ، احسب النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم في العينة (محمد أول ٠٦)

$[\text{Na}=23 , \text{Cl}=35.5 , \text{Ag}=108 , \text{N}=14 , \text{O}=16]$

(94.33 %)

(٨) هيدركربون كتلته الجزيئية 58 g ويحتوي المول منه على 48 g كربون ، اكتب الصيغة الجزيئية للمركب. (الأزهر أول ٠٨)

$[\text{C}=12 , \text{H}=1]$

$(\text{C}_4\text{H}_{10})$

(٩) عينة غير ندية من الرخام  $\text{CaCO}_3$  كتلتها 6 g ، أذيب في كمية من حمض  $\text{HCl}$  وعند إتمام التفاعل كانت كتلة الرخام المتبقية 5 g ، احسب كتلة الحمض المتفاعلة. (أزهر ثان ٠٩)

$[\text{C}=12 , \text{O}=16 , \text{Ca}=40 , \text{H}=1 , \text{Cl}=35.5]$

(0.73 g)

(١٠) أضيف محلول كبريتات الصوديوم إلى محلول من كلوريد الباريوم حتى تمام ترسيب كبريتات الباريوم وتم فصل الراسب بالترشيح والتجفيف فوجد أن كتلته = 2 g ، احسب كتلة كلوريد الباريوم في المحلول

$[\text{O}=16 , \text{S}=32 , \text{Cl}=35.5 , \text{Ba}=137]$

(1.785 g)